

[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl⁶

G02B 5/18

G02B 26/08 G02F 1/01



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 96194557.5

[43] 公开日 1998 年 7 月 8 日

[11] 公开号 CN 1187247A

[22] 申请日 96.6.5

[30] 优先权

[32] 95.6.7 [33] US[31] 08 / 482,188

[86] 国际申请 PCT / US96 / 08804 96.6.5

[87] 国际公布 WO96 / 41217 英 96.12.19

[85] 进入国家阶段日期 97.12.5

[71] 申请人 硅光机器公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 D·M·布鲁姆 D·B·科尔宾

W·C·班亚 B·P·斯塔克尔

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

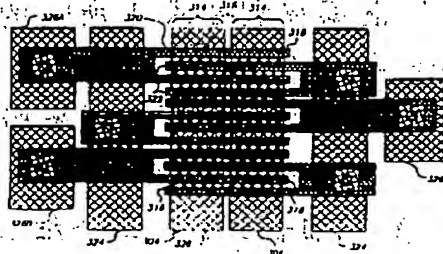
代理人 王 勇 萧掬昌

权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图页数 4 页

[54] 发明名称 平面衍射光栅光阀

[57] 摘要

衍射光栅光阀调制入射光束。有多个细长部件，每个具有反射表面。细长部件以其各自端部悬浮，基本上共面。交替的细长部件被电耦合，以接收第一偏压。与之成插指状的细长部件电耦合，以接收第二偏压。通过施加第一和第二偏压，所有的反射平面可以保持在第一平面内。当所有细长部件位于第一平面内时，衍射光栅光阀反射该光束。一些预定的细长部件，最好是交替的，可以变形，以在平行于第一平面的第二平面内基本共面。当所述预定的细长部件组位于第二平面内时，衍射光栅光阀衍射光束。



BEST AVAILABLE COPY

(BJ)第 1456 号

权 利 要 求 书

1. 一个用于调制入射光束的调制器, 包括:

a. 多个细长部件, 每个细长部件具有一个第一端和一个第二端以及一个平面反射表面, 其中各细长部件被组合成第一组和第二组, 使得第一组的各个部件和第二组的各个部件成插指状, 各个部件彼此平行放置;

b. 使第一组和第二组的各个部件在端部悬浮的装置;

c. 将第一偏置电压加至第一组的装置和将第二偏置电压加至第二组的装置, 使得反射表面基本上共面且在第一平面内使得入射光束被反射; 以及

d. 用于选择性地使第一组的各个部件垂直于该平面向第二平面偏移、使得入射光束被衍射的装置, 这里第二平面平行于第一平面。

2. 根据权利要求 1 所述的调制器, 还包括独立于第一组、垂直于该平面地调节第二组位置的装置。

3. 根据权利要求 1 所述的调制器, 其中相邻部件彼此之间隔开一个间隙, 使得每个反射表面的范围比每个间隙大。

4. 根据权利要求 1 所述的调制器, 其中第二平面距第一平面大约 $\lambda/4$, 这里 λ 是光束的波长。

5. 根据权利要求 1 所述的调制器, 其中当第一偏置电压被移去时各个部件并不位于第一平面内。

6. 调制用的平面衍射光栅光阀, 包括:

a. 一个基片;

b. 多个细长部件, 每个细长部件有两个端, 包括用于使细长部件以其端部平行地悬浮于所述基片上的装置;

c. 形成于每个部件上、且离开基片的反光材料;

d. 用于施加偏置电压以使细长部件保持在第一平面内从而反射入射光束的装置; 以及

e. 用于选择性地使预定的细长部件集合移动到第二平面、从而使光束衍射的装置, 这里第二平面与第一平面平行。

7. 根据权利要求 6 所述的调制器, 其中相邻部件彼此之间隔开一个间隙, 使得每个反射平面的范围比每个间隙大。

8. 根据权利要求 6 所述的调制器, 其中第二平面距第一平面大约 λ

/4, 这里 λ 是光束的波长。

9. 根据权利要求 6 所述的调制器, 其中当第一偏置电压被移去时各个部件并不位于第一平面内。

10. 一个用于调制入射光束的调制器, 包括:

5 a. 多个均匀隔开的细长部件, 每个细长部件具有一个平面反光表面, 各细长部件彼此平行放置, 每个光反射表面位于第一平面内, 其中调制器反射入射光束;

b. 使所有细长部件移动到第二平面内的装置, 使得所有细长部件均位于第二平面内, 其中所述调制器在第二平面也反射入射光束;

10 c. 使一些预定细长部件移动到平行于第二平面的第三平面内的装置, 所述调制器在第三平面衍射入射光束。

11. 根据权利要求 10 所述的调制器, 其中用于移动的装置包括静电引力的生成。

12. 根据权利要求 11 所述的调制器, 其中所述一些预定细长部件被
15 交替地置于所有的细长部件中。

13. 根据权利要求 12 所述的调制器, 其中所述一些预定细长部件被电耦合在一起。

14. 根据权利要求 13 所述的调制器, 其中静电引力是将电势耦合在细长部件和位于下方的导体上而形成的。

20 15. 根据权利要求 13 所述的调制器, 其中所述细长部件被耦合到一个电偏压, 以便从第一平面调节到第二平面。

16. 根据权利要求 15 所述的调制器, 还包括用于检测衍射光并响应于此而自动地调节所述电偏压的装置。

25 17. 根据权利要求 10 所述的调制器, 其中当在第二平面时所述部件与波长无关地反射光。

18. 用于显示图象的数字显示系统, 包括:

a. 多个像素, 每个像素用于显示图象的一部分, 其中所述像素被排列成具有多行和多列的阵列, 而且其中每个像素包括:

30 (1) 多个细长部件, 每个细长部件具有第一端和第二端以及平的反光表面, 其中所述细长部件被组合成第一组和第二组, 使得第一组的各个部件与第二组的各个部件成插指状, 所述细长部件彼此平行; 以及

(2) 将第一组和第二组的细长部件以其端部悬浮于一个基片上;

b. 将每一行内的第一组的所有细长部件电耦合在一起的装置；
c. 将每一行内的第二组的所有细长部件电耦合在一起的装置；
d. 将第一偏压加至第一组的装置和将第二偏压加至第二组的装置，使得反射表面基本上共面且位于第一平面内，从而将入射光束反射；以及

e. 用于选择性地使第一组的各个细长部件垂直于该平面向第二平面偏移、使得入射光束被衍射的装置，这里第二平面平行于第一平面。

19. 根据权利要求 18 所述的装置，其中用于选择性地使第一组的所述细长部件偏移的装置包括安装到所述基片上且位于一系列中所有细长部件下面的导电层。

说明书

平面衍射光栅光阀

发明领域

5 本发明涉及光束调制的一种方法和装置。更具体地说，本发明是关于一种基本上为平面的反射表面，该表面具有可选择地变形的部分，以提供衍射光栅。

发明背景

10 许多的设计者和发明者已经设法开发可以单独使用或与其他调制器一起使用的光调制器。这样的调制器应当：清晰度高，运行速度高（kHz 帧速率），灰度级较多，例如 100 级或可与颜色生成兼容，反差比或调制深度高，有着光学平度，可与 VLSI 处理技术兼容，易于处理，成本也较低。在试图开发这类系统的过程中，本发明的发明人之一参与发明了美国专利 5311360 中所述的方法和装置，这里将其全文引为参
15 考。

根据该专利'360 的教导，衍射光栅由一个多镀膜带的结构形成，如图 1 所示。多个可变形带结构 100 的一种型式是在基片 102 上以彼此隔开的方式而形成。各带及带之间的基片均涂有反光材料 104，例如铝膜。高度差如此设计，使得当各带处于松弛、上端位置时带 100 上的反光材料 104 表面与基片 102 上的反光材料表面的差为 $\lambda/2$ 。如果波长为 λ 的光垂直于基片 102 表面地照射在该结构上，则来自带 100 表面的反射光
20 将与基片 102 的反射光同相。这是因为射在基片上的光比射在带上的光多走 $\lambda/2$ 的距离，然后返回时又多 $\lambda/2$ ，结果是一个完整的波长 λ 。这样，当波长 λ 的光束照射在该结构上时它看起来象是平的镜面。

25 通过向带 100 和基片 102 施加适当的电压，可使带 100 向基片 102 弯折，并与之接触，如图 2 所示。带的厚度设计为 $\lambda/4$ 。如果波长 λ 的光垂直于基片 102 表面地照射在该结构上，则带 100 表面的反射光与基片 102 的反射光将完全不同相。这将导致来自带的光和来自基片的光之间发生干涉，因而该结构将使光衍射。由于衍射，反射光将以与垂直方向成角 Θ 从结构表面出射。
30

在形成显示装置时，一个非常重要的指标是黑像素与亮像素之间的反差比。给出较大反差比的最佳方法是确保黑像素没有光。使用上述结

构成显示装置的一种技术是使光源构造成能够提供垂直照射在结构表面的波长为 λ 的光。可以设置一个光收集装置，例如光透镜，以收集角 \odot 内的光。如果一个象素的各个带处于上端位置，则所有的光将被反射回光源，收集装置将收集不到光，该象素即呈黑色。如果该象素的带处于下端位置，则光将被衍射到收集装置，该象素呈亮色。

如果用波长并非 λ 的光照射，那么当各带处于上位置时将仅有部分反射能力。类似地，当各带处于下位置时将仅有部分光被衍射至角度 \odot 。这样，如果入射光波长并非精确地为 λ 的话，那么所谓的黑象素将表现出一定的亮色，而所谓的亮象素并不会表现出完全的亮色。使用仅有单一波长的光源，其成本太高。商业可行的光源通常给出分布于一定波长范围内的光。由于单一波长实际上并不可行，因此从基于上述原理的真实显示装置所能得到的反差比与理论结果相比非常差。

出于讨论的需要，假定单一波长的光是可以得到且商业可行的。对于上述装置，为使其工作时的反差比可以接受，要求各个带以及反射层的高度与厚度满足下列条件，即当为上时准确地为 $\lambda/2$ 、当为下时为 $\lambda/4$ 。由于制造加工的偏差，任意两个装置之间的反差比可以明显不同。由于满足条件即当为上时对比高度准确地为 $\lambda/2$ 、当为下时为 $\lambda/4$ 的可能性较小，因此反差比将比理论可能值差得多。

上述结构的另一困难在于实际构造的产品。特别是，本发明人发现，一旦处于下位置，带即易于粘到基片上。本发明人获知，使基片表面纹理化有助于克服这一粘结问题。不幸的是，纹理化的表面明显地弱化了表面的反射特性，使得光阀的性能降低。

最后，为使用上述结构获得色彩，'360专利的发明者们展望使用各个带之间的间隔有着不同周期性的三个不同的阀结构。由此该结构需要采用数目很大的带来获得色彩。进而，一个包括红、绿和蓝色成分的光照射在这些结构上，使光衍射，达到所希望的接收器。结果是，由于色彩光的强度有所降低。

'360专利给出了一种替代结构，如图3所示。根据该现有技术结构，在基片200上放置了多个细长部件。第一组细长部件202靠其端部（未示出）悬浮于气隙204上，如同图1和2的实施例所示。第二组细长部件206通过刚性的支撑件208安装于基片200上。支撑件208的高度设计为 $\lambda/4$ 。在所有细长部件202和206的表面上覆有反射材料210。

理论上，细长部件 202 和 206 设计为当松弛时处于同样高度。这样，当所有细长部件均为上且位于同样高度时，将没有衍射。（实际上，由于细长部件之间隔的周期不连续性，可能存在适度的衍射。但是，该周期是光栅周期的一半，因此其衍射角是所希望衍射光角度的两倍。由于光系统的构成是仅从期望角度收集衍射光，因此该多余的衍射未被捕捉到，从而不会降低反差比。）事实上，如果各细长部件位于同一高度，对用于形成黑像素的照射光波长并没有依赖性。

为了构成图 3 所示的结构，某层必须由对已知腐蚀剂有着预定灵敏度的第一材料制成。该层的一些部分通过已知技术，例如光刻法和刻蚀法除去。然后，例如通过淀积，将第二材料形成在移去材料的空白处。该第二材料对腐蚀剂有着不同于第一材料的已知的灵敏度。该层由细长部件材料形成。对该结构刻蚀，以形成带状的细长部件。最后，通过刻蚀移去第二材料，以形成悬浮的细长部件 202。困难在于如何保持一致地制造该装置，使得第一材料和第二材料共面。另外，用于形成第一和第二材料的可选择移去层的最为通用的技术给出一个支撑件 208，它在制造中将膨胀（或缩小）。这使问题进一步恶化，因为这种不连续的周期和所期望光栅的周期相同，由此光系统将捕捉到该多余的衍射光。

尽管没有附图，'360 专利暗示构造该结构时可以让所有的部件都保持悬浮。'360 专利指出，它有利于控制幅度和相位。不幸的是该专利未就如何寻址、偏置或这种装置的结构作出说明。

所需要的是一个平面衍射光栅系统，它较好地保持了相邻细长部件之间的平面关系。此外，还希望系统并不依赖于预定的光波长。另外，系统不应规定严格的制造加工公差，以满足预定的光波长。

发明概要

衍射光栅光阀对入射光束进行调制。多个细长部件中的每一个均有一个反射表面。这些细长部件从端部被悬浮起来，其相应端基本上共面。细长部件中交错电相连的部分，用于接收第一偏压。另一些细长部件电相连，用于接收第二偏压。通过施加适当的偏压，所有的反射表面可以保持在预定的平面内。应当理解，由于沿细长部件引入了适度的下垂，这些反射平面事实上并非精确地处于一个平面内。不过，沿相邻细长部件的所有相应高度将被偏压至基本上相同的高度，这有效地避免了衍射。当所有的细长部件都位于第一平面内时，衍射光栅光阀将光束反

射。一组预定的细长部件，最好是交替的细长部件，可以变形使得与平行于第一平面的第二平面共面。当这些预定的细长部件位于第二平面内时，衍射光栅光阀使光束发生衍射。

附图简述

5 图 1 是现有技术衍射光栅光阀的截面图，其中带状部件位于上位置。

图 2 是图 1 所示现有技术衍射光栅光阀的截面图，其中带状部件位于下位置。

10 图 3 是现有技术衍射光栅光阀另一个实施例的截面图，该衍射光栅光阀有多个平面排列的细长部件，其中一部分由支撑件支撑。

图 4 是根据优选实施例位于非衍射/上模式的衍射光栅光阀的截面图。

图 5 是根据优选实施例位于衍射/下模式的图 4 衍射光栅光阀的截面图。

15 图 6 是图 4 衍射光栅光阀沿 90°并跨两个象素所取的截面图。

图 7 是图 5 衍射光栅光阀沿 90°并跨两个象素所取的截面图。

图 8 是图 4 衍射光栅光阀和相邻象素的平面图。

图 9 是在未施加偏置电压的情况下图 4 的细长部件之一的光强度相对于在细长部件和基片之间施加的电压的曲线图。

20 图 4 是根据优选实施例位于非衍射/上模式的衍射光栅光阀的截面图。有关制造工艺的详细情况披露于标题为“平面衍射光栅光阀的制造方法和装置”的共有、共同提交、共同未决的序列号为 08/480459 的美国专利申请中，它由相同发明人的至少一个于 1995 年 6 月 7 日同时提交。这里仅披露其代表性材料，而无意作出任何限制。

25 所提供的基片 300 可以采用任何合适的材料，例如生长硅。在该基片上形成一个钝化层 302，例如氮化硅 Si_3N_4 。接着，在钝化层 302 上形成一个导电层 304。导电层 304 最好由不受后续处理步骤影响的材料制成，例如钨或钨合金。

30 接着形成一个悬浮部件，该悬浮部件包括一些被一起称作为带 318 的层。悬浮部件包括形成于导电层 304 上方且与导电层 304 隔开的带层 306。带层 306 的材料优选为氮化硅。在带层 306 上形成一个反射层 308，该反射层优选由铝制成。最后，在反射层 308 上形成一个保护薄层 310，

该薄层优选是 PECVD 氧化物。在导电层 304 和带层 306 之间留有气隙 312。

在该上状态，由于可用适当电压将各细长部件驱动至精确的相同高度，因此入射光不会被衍射。当各细长部件共面时，给出真黑的象素。由于各象素的黑状态是与波长无关的，因此其优势是显而易见的。回想到，由于在相邻的细长部件之间的间隙具有周期性，将会存在一定量的衍射。但是，该衍射的周期是衍射光栅周期的一半，因此可以从光学上加以消除。

图 5 是根据优选实施例位于衍射/下模式的图 4 衍射光栅光阀的截面图。为避免混淆，在适于表示不同图示中的相同结构的地方采用了相同的参考标号。通过在预定的悬浮部件和导电层之间施加适当的电压，静电引力使这些预定的悬浮件变形并与导电层 304 接触。在图 5 中，四个悬浮件中的两个被示意处于下位置。这使得从相邻件反射的光发生衍射。

这里对于衍射光栅光阀仅有适度的波长相关性。相邻细长部件的高度之间的距离优选为 $\lambda/4$ 。但是，如果该距离 (throw) 对绿光是最佳的，那么波长改变为红或兰所引起的损失将在 5% 左右。这部分是由于采集光的强度是按波长的正弦平方的函数而变化的。这样，波长的小幅变化将仅引起接收强度的小幅变化。另外，相对于现有技术而言，制造一个移动 $\lambda/4$ 的装置也要容易一些。在那里， $\lambda/4$ 的差包括隔离器厚度和细长部件厚度的组合。这要求这两层有着非常严格的制造公差。这里，气隙的厚度决定了设计的波长一致性，细长部件可以是任何厚度。该气隙最好是通过除去牺牲性 (sacrificial) 氧化物来形成。由于在许多易于控制的条件下氧化物形成是非常特性化的，因此按常规操作即可以制造具有正确尺寸的隔离器。应当明白的是，在装置的正常操作期间气隙的厚度将通过向带或下面的导体施加电压进行调整和控制。

也可以在包含本发明衍射光栅光阀的设备中加入一个光传感器。该传感器测量衍射光，并且调整 (下文描述的) 偏压，以使检测到的衍射光最大。如此，传感器和偏压调节电路可以驱动细长部件，使得一直处于上位置的细长部件即使在光源波长改变的情况下仍能保持精确的 $\lambda/4$ 关系。

因为对于这样的适度的波长变化来说损失较小，所以对反差比的影

响较小，这是由于在黑状态下光学系统基本上接收不到光。对于处于开状态 100 % 的光被接收、处于关状态没有光被接收的这样的理想系统，反差比为 ∞ （事实上，任意数除以零均为 ∞ ）。黑状态即使是适度的退化，也会显著地影响反差比。例如，在黑状态仅接收到 5 % 的不需要的光，而在开状态仍然收集到 100 % 的光，即使会使反差比从 ∞ 降到约 20。另一方面，如果黑状态继续接收到零的光而开状态收集 95 %，那么反差比仍将为 ∞ 。注意到在该例中显示强度有所下降，而反差比仍然很好。

由于本发明的衍射光栅光阀与相对的波长无关，因此可以形成这样一个系统，它利用简单结构来形成彩色图象。例如，包括红、绿和蓝的三个光源可以照射一个所考虑的象素。为了形成红色，仅须激励红色光源。对于绿色和蓝色，这也同样成立。为了形成其它颜色，该象素可以用这些光源进行时间多路传输而得到（time multiplex）。换句话说，首先用红色光源照射，象素按需要衍射或不衍射，然后是蓝色，最后是绿色。照射的次序并不重要，观看者的眼睛把这些显示的颜色综合在一起，构成所需要的颜色。

图 6 是图 4 处于非衍射/上模式的衍射光栅光阀沿 90°并跨两个象素所取的截面图。图 6 仅示意地表示不同结构的大致几何形状。随着加工工艺的不同、材料的选择、层厚度以及环境条件的变化，各个形状和弯曲角度可以发生变化。沿悬浮区域以及支撑点之间形成一个象素 314。象素 314 被悬浮，以允许变形，进而提供如前所述的选择性衍射。支撑点允许象素 314 之间隔离，同时也为该象素结构提供了在基片 300 上的机械支撑。

图 7 是图 5 处于衍射/下模式的衍射光栅光阀沿 90°并跨两个象素所取的截面图。通过在导电层 304 和反射层 308 之间施加适度的电压电势，静电引力使该象素弯曲，而与基片接触。应当理解的是，导电层 304 延伸进入页面，穿出页面以及穿过许多象素的下面。类似地，形成该象素的带 318 越过该图的边界，并跨越许多导电层。象素带和导电层之间的这种相互联系提供了一种独特的寻址（addressing）技术，下文将结合图 8 和 9 对此详细描述。

图 8 是图 4 衍射光栅光阀和相邻象素的平面图。图 8 的图示中给出六个象素。应当理解，该有限数目的象素仅为示意用。根据本发明的供商业显示用的衍射光栅光阀将包括至少其它显示技术当前采用的象素

数目。这样，对于商用衍射光栅光阀来说，将会有多于两个的许多导电层 304 和多于所示的带 318。例如，一个可行的商业显示器包括 1024 行和 1280 列个像素。除去这些像素外，还示出了将电信号耦合到带 318 的 I/O 端口焊盘 326。

5 每个像素 320 包括四个相邻带 318。交替的一组 322 带 318 与偏压总线 324 相连。事实上，对于每个像素 320，两个交替带均连接到偏压总线 324。该像素 320 内的另两个带相连，以从焊盘 326A 接收控制电压。偏压总线 324 最好与导电层 304 同时形成。

10 光被偏转的角度由带 318 的宽度和相邻带之间的间隔决定。由于在该优选实施例中交替带被栓在一起，因此周期由两个相邻带确定。在该优选实施例中，每个带 3.5 微米宽，相邻带的间隔为 1.5 微米。这样，该结构的周期是 10 微米。应当理解，各带之间的间隔会使光丢失。最好是使该间隔相对于带的宽度最小化。

15 图 9 是图 4 的两对细长部件构成的显示结构的光强度相当于一个细长部件和基片之间施加的电压的曲线图，在此情况下另一些行未加偏压。细长部件呈现出滞后现象。当电压如光强度增大所表示的那样增加时，细长部件开始略微弯曲。当达到弯曲阈值 V_D 时，细长部件迅速下动，与导电层接触。然后可将电压降到该电平之下，而细长部件仍然处于下位置。在某个较低的电压 V_U 处，细长部件松弛，并返回上位置。

20 使细长部件调整到下位置所需的电压 V_D 在 20 伏直流电压范围内。由于制造工艺、用于制造这类装置所用的材料以及层的厚度的影响，该电压有可能明显地高于或低于该值。在优选实施例中，细长部件被加以在弯曲电压 V_D 和较低电压 V_U 之间的一个中等范围的偏置电压 V_B 。如此，为使细长部件下动或松弛仅需明显小得多的电压偏差。

25 从图 9 可以很明显地看出，偏置电压 V_B 将使细长部件发生中等程度的弯曲。考虑一下开关像素 320 所需的电压。对于该讨论，有必要同时参考图 8 和 9。在一种寻址方案中，通过将 V_B 加到焊盘 326A 和导电体 324，即可将偏置电压 V_B 加到像素的所有带上。像素 320 中的所有带将略微弯曲并且保持平面性，使黑状态仍为黑。在优选实施方案中，30 每另一个带永久地与偏置电压 V_B 相连。增加或减少相应的插指带上的电压，使这些带下动或松弛。

开关带所需的递增电压是 ΔV_s ，如图 9 所示。如果至少 ΔV_s 被加到

施加于焊盘 326A 的电压上，在连接于该焊盘的行中的所有像素将下跳到衍射状态。换句话说，如果从施加到导电层 328（为与图 4-7 对应，也标记为 304）的电压中减去 ΔV_s ，那么该导电层上方的列中所有像素的所有带也将下跳。在这些条件下，这些带将处于下状态，因而这些像素将保持为黑色。为了提供对象素 320 的寻址，电压 $\Delta V_s/2$ 被加到焊盘 326A 上，同时从导电层 328 减去电压 $\Delta V_s/2$ 。也可以采用其它组合，只要单独的一个电压不会使带下跳，而两者的组合将使带下跳即可。

一旦 $+\Delta V_s/2$ 与 $-\Delta V_s/2$ 被除去后，由于带的固有滞后性，那些下跳到下位置的带仍然处于下位置，直到反极性的 ΔV_s 被加到同样的元件上。为避免立即删除整行或整列，可以通过向该行或列适当施加 $+/-\Delta V_s/2$ 来除去单个的像素 320，其极性与使像素 320 下跳的极性相反。如上所述，可以采用其它的电压组合来删除像素 320。

在该优选实施例中，先建立一行数据，并将它送入到该行中。如果导电层 304 包括这些列，那么通过向其中像素希望为亮色的所有列适当耦合 $-\Delta V_s/2$ ，即可把数据送入这些列中。尽管对于每一这样的列中的所有像素来说所有的带将由于电压的该变化略有移动，由于这些带保持共面，所以所显示的图象并未改变。这样，这些带按共同方式运动，因而对任何这样的改变有着共同的抑制方式。换句话说，由于静电引力均等地加到一行中所有的细长部件上，因此这些带一起运动，避免了多余的衍射。应当理解，事实上由于沿细长部件引入了适度的下凹的缘故，反射表面并不精确地位于一个平面内。然而，所有的沿相邻细长部件的所有对应点均被偏压至基本相同高度，这有效地避免了衍射。然后，耦合到在所希望行运动的带的那些焊盘上的电压从 V_B 增加到 $(V_B + \Delta V_s/2)$ ，所有的适当像素将跳变。另一方面，如果数据建立在各个带上然后与下方的导电层跳变，那么响应于 $\Delta V_s/2$ 被选择性地加到预定的带上，显示将发生闪烁。

上文采用一个实施例对本发明进行了描述。那些只有在本领域的技术人员阅读了本公开件之后才变得一目了然的改进和修改，仍然属于本申请的精神和范畴。

说明书附图

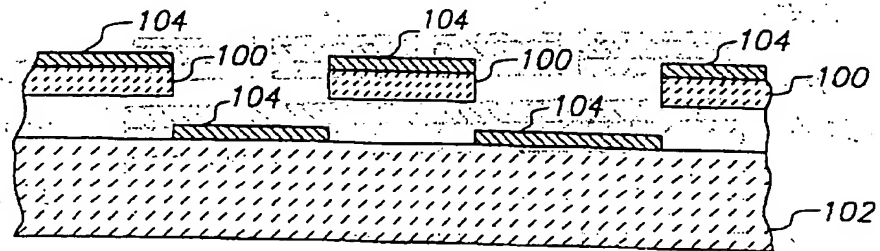


图 1 (现有技术)

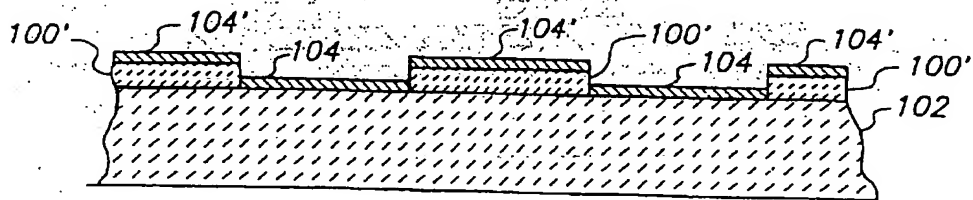


图 2 (现有技术)

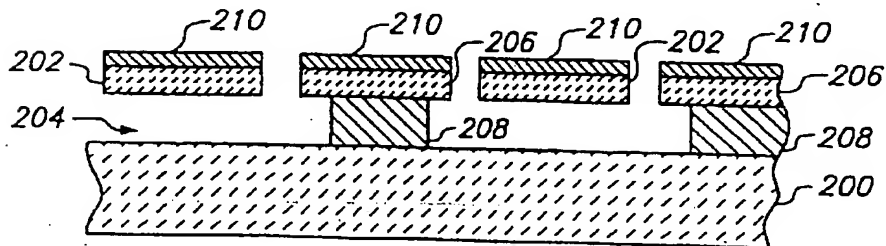


图 3 (现有技术)

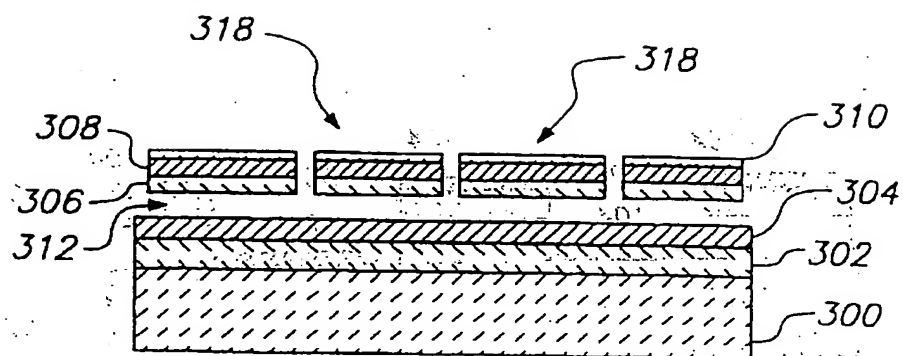


图 4

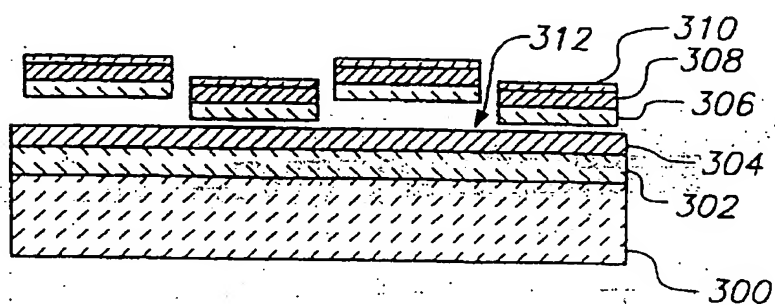


图 5

强度

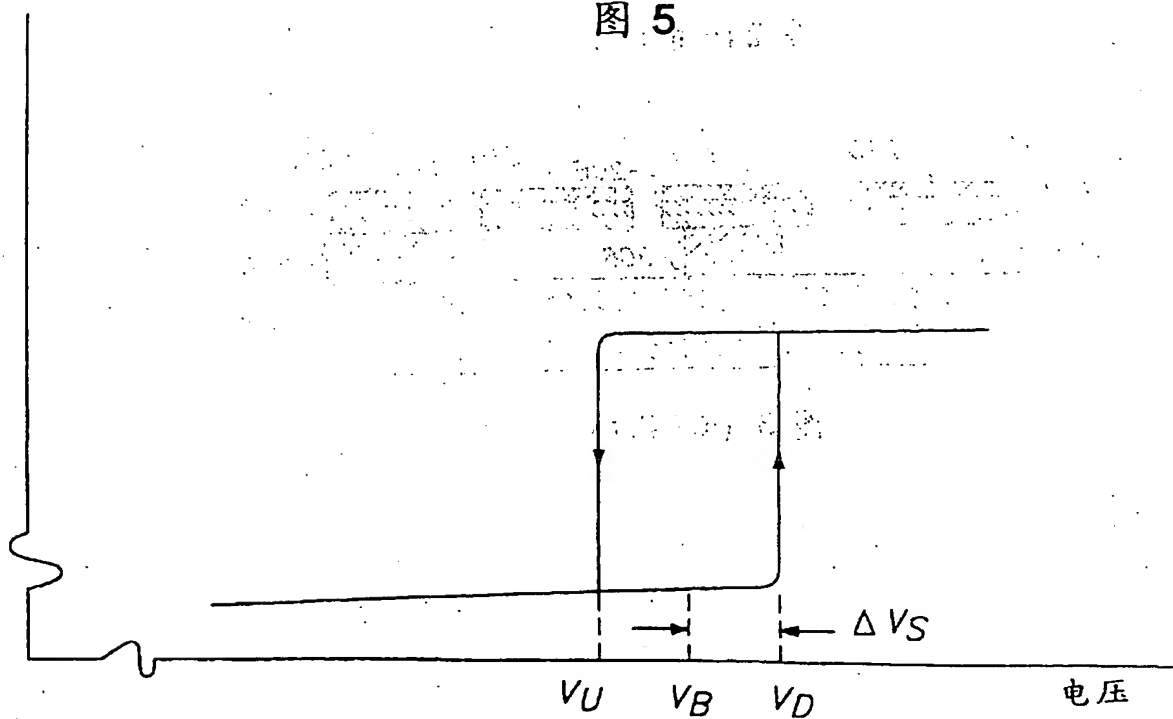


图 9

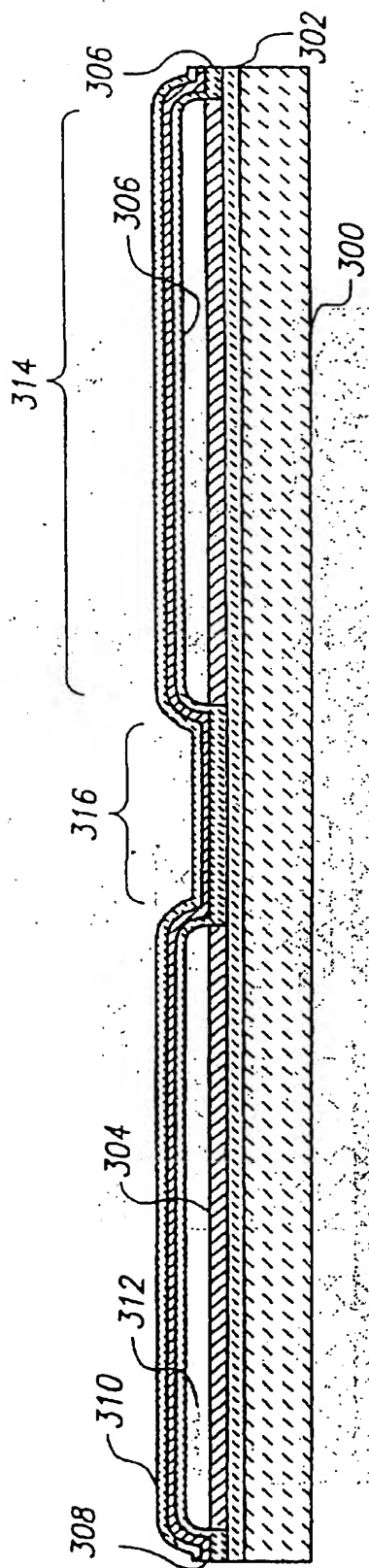


图 6

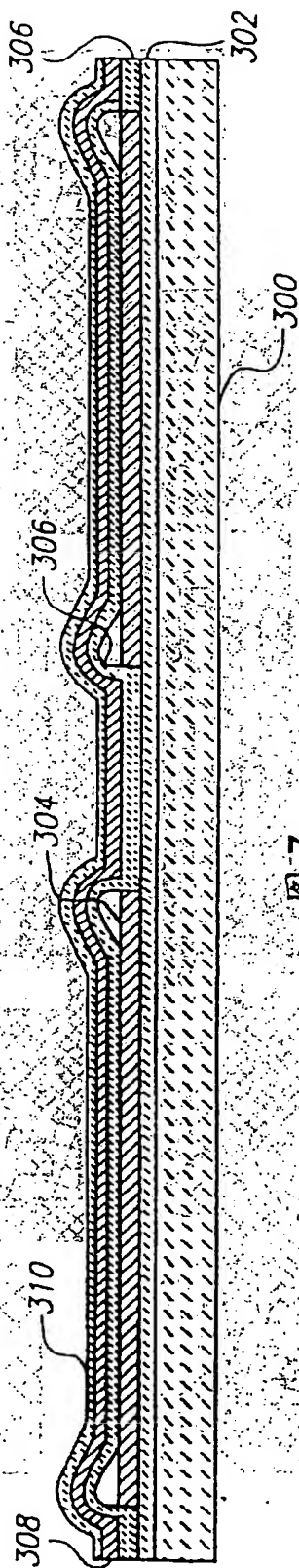


图 7

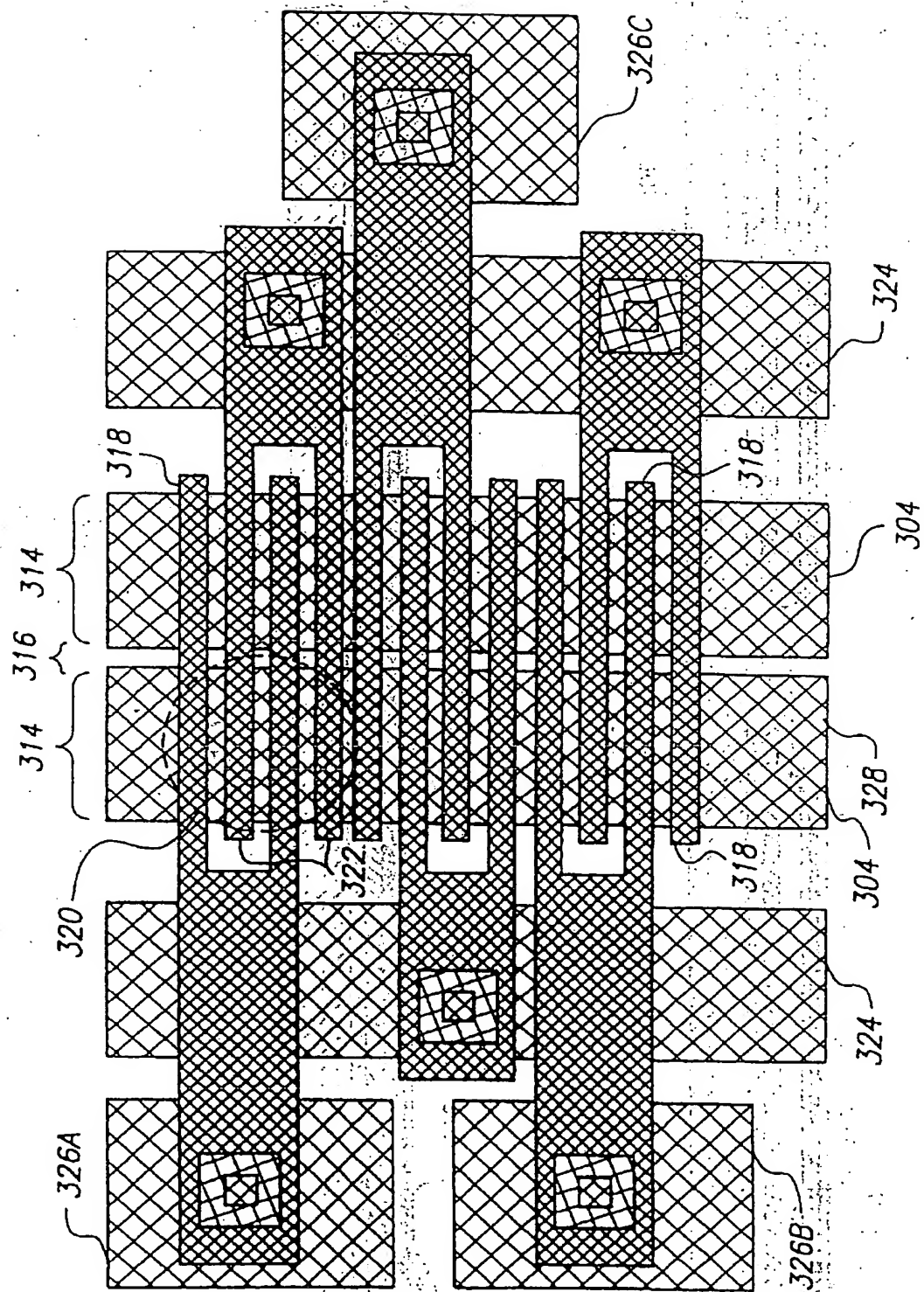


图 8

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.